



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2001 Patentblatt 2001/22

(51) Int Cl.7: **A62C 39/00, A62C 3/02**

(21) Anmeldenummer: **99123398.2**

(22) Anmeldetag: **24.11.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

• **Müller, Markus, Dr.**
8050 Zürich (CH)

(74) Vertreter: **Dittrich, Horst, Dr.**
Siemens Building Technologies AG,
Cerberus Division,
Alte Landstrasse 411
8708 Männedorf (CH)

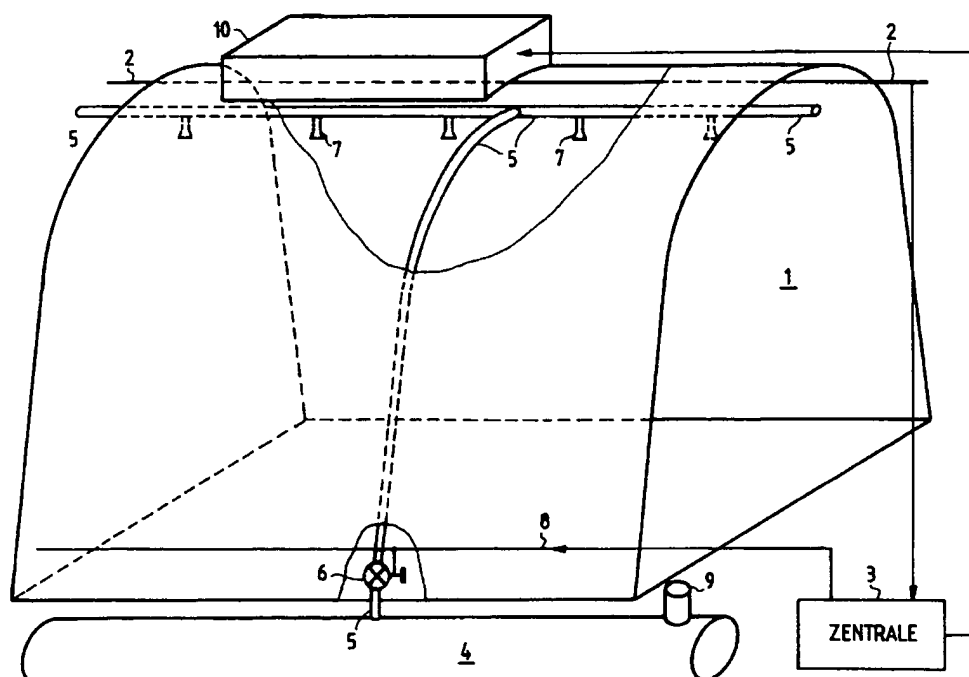
(71) Anmelder: **Siemens Building Technologies AG**
8034 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
 • **Covelli, Bruno, Dr.**
5034 Suhr (CH)

(54) **Einrichtung zur Brandbekämpfung in Tunnels**

(57) Die Einrichtung umfasst ein als Speicher für ein Inertgas wirkendes Gasrohr (4) und mit diesem verbundene und als Sektorventile (6) bezeichnete Öffnungsarmaturen für die Freisetzung des Inertgases über Düsen (7) in einen Tunnelsektor. Das Gasrohr (4) ist im Tunnel (1) selbst oder in einem Paralleltunnel verlegt. Bei Detektion eines Brandes erfolgt eine automatische oder

ferngesteuerte Öffnung mindestens des dem Brandort am nächsten liegenden Sektorventils (6). Der Tunnel (1) ist mit einer Brandmeldeanlage ausgerüstet, welche durch ein lineares Wärmemeldesystem (3, 6) gebildet ist; die Sektorventile (6) sind durch das Wärmemeldesystem (3, 6) automatisch betätigbar. Das Inertgas ist vorzugsweise durch Stickstoff oder Argon gebildet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Brandbekämpfung in Tunnels, welche mit einer Brandmeldeanlage ausgerüstet sind.

[0002] Die Brandmeldeanlage ist vorzugsweise ein Brand- oder Hitzedetektionssystem, wie beispielsweise das lineare Wärmemeldesystem FibroLaser der Siemens Building Technologies AG, Cerberus Division. Dieses System enthält ein an der Tunneldecke montiertes Glasfaserkabel, dessen Temperatur anhand der Schwingungen in der Kristallgitterstruktur der Glasfaser gemessen wird. Aus der Länge der erwärmten Kabelstrecke lässt sich auf die Brandgrösse schliessen, und der Brandort ist sehr genau, bis auf etwa 1.5 Meter lokalisierbar.

[0003] Brandmeldeanlagen sind eine wertvolle Hilfe für die Feuerwehr und sind die Voraussetzung für eine effektive Brandbekämpfung. Andererseits haben die Tunnelbrände der letzten Zeit gezeigt, dass es, insbesondere in Tunnels mit nur einer Röhre und ohne Rettungsröhre, für die Feuerwehr sehr schwierig ist, bis zum Brandherd vorzudringen und das Feuer zu bekämpfen. Der Hauptgrund dafür liegt in der immensen Hitzeentwicklung im Tunnel.

[0004] Durch die Erfindung soll nun eine Einrichtung geschaffen werden, welche eine Brandbekämpfung in Tunnels ermöglicht, ohne dass während des Brandes das Vorrücken von Einsatzkräften an den Brandort erforderlich ist. Wie leicht einzusehen ist, ist eine Lösung dieser Aufgabe mit einer von Hand oder automatisch auslösbaren Sprinkleranlage nicht praktikabel, weil dafür sehr grosse Wasservorräte erforderlich wären. Ausserdem kann der Tunnelwind die Wassertropfen verwehen.

[0005] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass im Tunnel in Abständen mit einem als Speicher für ein Inertgas wirkenden Gasrohr verbundene und nachfolgend als Sektorventile bezeichnete Öffnungsarmaturen für die Freisetzung des Inertgases über Düsen in einen Tunnelsektor vorgesehen sind, und dass bei Detektion eines Brandes eine automatische oder ferngesteuerte Öffnung mindestens des dem Brandort am nächsten liegenden Sektorventils erfolgt.

[0006] Bei der Inertgas-Löschtechnik kommt der Brand zum Erlöschen, weil durch eine schnelle Flutung der Räume, im vorliegenden Fall des Tunnels, mit dem Inertgas der Sauerstoff verdrängt wird, wodurch eine wesentliche Bedingung für den Brandvorgang entfällt. Durch die automatische oder ferngesteuerte Öffnung mindestens des dem Brandort am nächsten liegenden Sektorventils ist es für die Löschung nicht erforderlich, dass am Brandort Einsatzkräfte anwesend sind. Selbstverständlich werden die Einsatzkräfte nach der Flutung des Tunnels an den Brandort vorrücken, aber sie haben dann weder mit Hitze- noch mit Rauchproblemen zu kämpfen.

[0007] Eine erste bevorzugte Ausführungsform der

erfindungsgemässen Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Sektorventile an der Decke oder an einer Seitenwand des Tunnels montiert sind, und dass das Gasrohr im Tunnel selbst oder in einem Paralleltunnel verlegt ist.

[0008] Eine zweite bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass das Inertgas durch Stickstoff oder Argon gebildet und dass die Einrichtung so ausgelegt ist, dass beim Öffnen eines Sektorventils in dessen Bereich eine Löschkonzentration zwischen 10 Vol.-% und 12 Vol.-% Sauerstoff erreicht wird.

[0009] Von den bekannten Inertgasen, Kohlendioxid, Edelgase, Stickstoff und Gemischen daraus, hat Kohlendioxid die beste Löschwirkung, ist aber toxisch und wirkt schon bei einer Konzentration von 6 Vol.-% in der Atemluft gesundheitsschädigend. Bei einer löschtfähigen Konzentration von CO₂ hat dies nach wenigen Sekunden tödliche Folgen. Stickstoff ist hingegen nicht toxisch, so dass bei einer löschtfähigen Konzentration von 10 bis 12 Vol.-% Sauerstoffanteil keine unmittelbare Gefahr für die Gesundheit besteht. Für die Interventionskräfte stellt Stickstoff keine Behinderung bei der Rettung dar, da er nicht toxisch ist und auch nicht zur Nebelbildung neigt. Ähnliches gilt für Argon.

[0010] Eine dritte bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Brandmeldeanlage durch ein lineares Wärmemeldesystem gebildet ist, und dass die Sektorventile durch das Wärmemeldesystem automatisch betätigbar sind.

[0011] Eine vierte bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Einrichtung zur Verwendung in einem eine Ventilationseinrichtung aufweisenden Tunnel ist dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar vor dem Öffnen eines Sektorventils im Brandfall eine Abschaltung der Ventilationseinrichtung am Brandort und in einer bestimmten Umgebung von diesem erfolgt.

[0012] Eine fünfte bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Brandmeldeanlage mit einer Videoüberwachungsanlage gekoppelt ist, und dass die Sektorventile vom Bedienungspersonal der Videoüberwachungsanlage ferngesteuert betätigbar sind.

[0013] Eine sechste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass jedem Sektorventil eine Mehrzahl von Düsen zugeordnet ist, und dass jedes Sektorventil zusammen mit den zugeordneten Düsen einen Tunnelsektor oder Löschsektor definiert, dessen Länge etwa 100 bis 200 Meter beträgt.

[0014] Die Abschaltung der Ventilationseinrichtung im Brandfall erfolgt vorzugsweise über eine Strecke von etwa dem Dreifachen der Länge eines Tunnelsektors, und zwar jeweils vor und nach dem Brandort.

[0015] Eine siebte bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensor für die Überwachung der Sauerstoffkonzentration im betreffenden Tunnelsektor

oder ein Zeitglied vorgesehen ist, durch welchen beziehungsweise welches eine Schliessung der offenenen Sektorventile erfolgt, sobald die Sauerstoffkonzentration einen Wert von 11 Vol.-% unterschreitet beziehungsweise unterschreiten würde.

[0016] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Druck im Gasrohr 50 bis 150 bar, vorzugsweise etwa 70 bar, und der Aussendurchmesser des Gasrohres 0.5 bis 1.2 m, vorzugsweise etwa 0.7 m beträgt.

[0017] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der einzigen Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert; die Zeichnung zeigt einen perspektivischen Ausschnitt eines Tunnels 1. An der Decke des Tunnels 1 ist ein Glasfaserkabel 2 montiert, welches Teil eines linearen Warmemeldesystems des Typs FibroLaser (FibroLaser - eingetragenes Warenzeichen der Siemens Building Technologies AG, Cerberus Division) bildet. Das System weist neben dem Glasfaserkabel 2 noch eine Laser-Lichtquelle und einen optoelektronischen Empfänger auf. Das vom Laser erzeugte Licht wird in das Glasfaserkabel 2 eingekoppelt und in dessen Längsrichtung geführt. Dichteschwankungen des Quarzglases bewirken eine kontinuierliche Streuung (Rayleigh-Streuung), die wiederum eine Dämpfung des Laserlichts bewirkt. Zusätzlich tritt durch thermische Gitterschwingungen des Glasmaterials eine weitere Lichtstreuung auf, die sogenannte Raman-Streuung.

[0018] Ein Bruchteil des Streulichts fällt in den Aperturwinkel des Wellenleiters und breitet sich sowohl in Vorwärts- als auch in Rückwärtsrichtung aus. Das Streulicht lässt sich mit einem Fotodetektor nachweisen; durch die Auswertung der Intensität der Streuung kann die lokale Glasfasertemperatur bestimmt werden. Die örtliche Auflösung des Temperaturverlaufs entlang des Glasfaserkabels 2 erfolgt durch Dämpfungsmessung des Wellenleiterlichts. Die Grösse des Feuers ist eine Funktion der erwärmten Kabelstrecke: Eine kurze, erwärmte Strecke entspricht einem kleinen und eine lange, erwärmte Strecke entspricht einem grossen Feuer.

[0019] Das Glasfaserkabel 2 ist an eine Auswerteeinheit oder Zentrale 3 angeschlossen, in welcher das Signal des optoelektronischen Empfängers ausgewertet wird. Ausserdem erfolgen in der Zentrale 3 die erforderlichen Anzeigen, wie Brandgrösse, vom Brand betroffener Tunnelsektor, Ausbreitungsrichtung und dergleichen, und es werden Brandfallsteuerungen ausgelöst. Derartige Funktionen sind beispielsweise Verkehrsregelung, Steuerung des Lüftungssystems, Steuerung der Notbeleuchtung, Steuerung eines Evakuationssystems, Auslösung einer Löscheinrichtung, Alarmierung der Notfalldienste und Information der Personen im Tunnel über akustische und/oder optische Mittel, wie beispielsweise Leuchttafeln beziehungsweise Lautsprecher.

[0020] Die Löscheinrichtung ist durch ein in einem Bo-

denkanal des Tunnels 1 oder eines Parallelstolens verlegtes, oder eventuell an der Tunneldecke montiertes, Gasrohr 4 gebildet, welches mit einem Inertgas, vorzugsweise mit N_2 , gefüllt ist und von welchem Leitungen 5 über als Sektorventile 6 bezeichnete Öffnungsarmaturen zu an der Tunneldecke in regelmässigen Abständen angeordneten Düsen 7 geführt sind.

[0021] Die Sektorventile 6 sind möglichst nahe am druckführenden Gasrohr 4 angeordnet. Die Leitungen 5, von denen in der Zeichnung nur eine eingezeichnet ist, sind vom Sektorventil 6 zu den Düsen 7 im Normalfall druckfrei. Sie bestehen aus einem das Sektorventil 6 enthaltenden aufsteigenden Ast und aus einem horizontalen, die Düsen 7 tragenden Ast im Bereich der Tunneldecke. Der aufsteigende Ast ist in oder auf einer Seitenwand des Tunnels 1 verlegt.

[0022] Die Sektorventile 6 sind über eine an die Zentrale 3 angeschlossene Steuerleitung 8 individuell betätigbar. Das Gasrohr 4, welches über einen Stutzen 9 mit N_2 füllbar ist, bildet einen Stickstoff-Speicher. Der Druck im Gasrohr 4 beträgt etwa 50 bis 150 bar und liegt vorzugsweise bei etwa 70 bar. Eventuell kann als Inertgas auch Argon verwendet werden.

[0023] Jedes Sektorventil 6 definiert zusammen mit seiner Leitung 5 und den Düsen 7 einen Tunnelsektor oder Löschsektor, dessen Länge durch den Abstand der Sektorventile 6 bestimmt ist und etwa 150 bis 200 m beträgt. Sobald die Zentrale 3 bei der Auswertung des Signals des Glasfaserkabels 2 einen Brand detektiert, wird über die Leitung 8 das dem Brandort am nächsten liegende Sektorventil 6 geöffnet und der betreffende Löschsektor wird mit Stickstoff geflutet. Zusätzlich kann auch noch eines der unmittelbar benachbarten Sektorventile 6 geöffnet und damit ein entsprechend längerer Tunnelbereich mit Stickstoff geflutet werden.

[0024] Darstellungsgemäss ist der Tunnel 1 mit einer Ventilation 10 ausgerüstet, welche durch die Zentrale 3 abschnittsweise ein- und ausschaltbar ist. Bei Detektion eines Brandes durch das FibroLaser-System wird durch die Zentrale 3 noch vor dem Öffnen des betreffenden Sektorventils 6 die Ventilation im Bereich dieses Sektorventils und zusätzlich in einer Länge von zwei bis drei Tunnelsektionen vor und nach dem genannten Sektionsventil, insgesamt also über eine Länge bis zu maximal gut einem Kilometer, abgestellt. Dann wird die Löschung ausgelöst.

[0025] Um zu verhindern, dass durch zu langes Fluten mit Stickstoff die Sauerstoffkonzentration auf einen gesundheitsgefährdenden Wert absinkt, wird durch Sauerstoffsensoren oder eventuell durch ein Zeitglied das geöffnete Sektionsventil 6 geschlossen, sobald die Sauerstoffkonzentration im betreffenden Tunnelsektor auf einen Wert von unter 11 Vol.-% sinkt beziehungsweise sinken würde. Eine bestimmte Zeitspanne nach Beginn der Flutung mit Stickstoff, beispielsweise etwa 5 Minuten nach dem Öffnen der Düse, wird die Ventilation wieder gestartet.

[0026] Die beschriebene Brandbekämpfungseinrich-

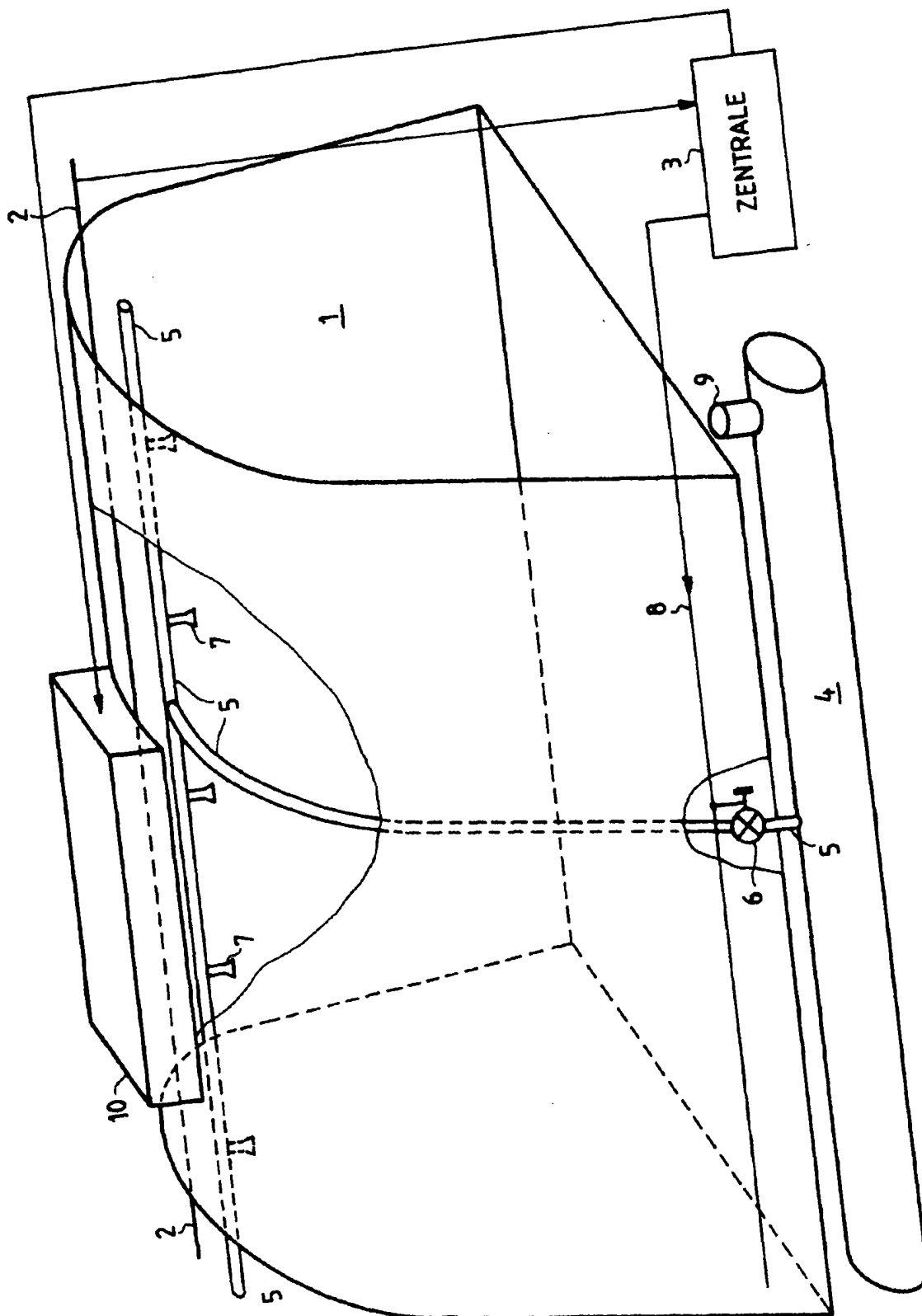
tung benötigt zur Betätigung der Sektorventile nicht unbedingt ein FibroLaser-System oder ein anderes lineares Wärmemeldesystem. Wesentlich ist, dass der Tunnel mit einer Fehlalarm sichern und schnellen Brandmeldeanlage ausgerüstet ist.

[0027] Wenn der Tunnel eine Videoanlage aufweist, ist es vorteilhaft, diese mit der Brandmeldeanlage zu koppeln, wobei das Auslösekonzept der Löscheinrichtung wie folgt ist:

- Die Brandmeldeanlage, vorzugsweise das FibroLaser-System, meldet im Kommandoraum einen Alarm im Löschsektor XX.
- Die Videokamera im Löschsektor XX wird auf den Bildschirm im Kommandoraum geschaltet.
- Im Kommandoraum wird der Alarm visuell verifiziert. Je nach Ergebnis wird entweder manuell die Löschanlage im Sektor XX ausgelöst oder es wird eine Fehlalarmtaste betätigt.
- Falls der Operateur bei Vorliegen eines Alarms innerhalb einer festgelegten Zeitspanne keine Aktion startet, wird die Löschanlage im Sektor XX automatisch ausgelöst.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Brandbekämpfung in Tunnels (1), welche mit einer Brandmeldeanlage ausgerüstet sind, dadurch gekennzeichnet, dass im Tunnel (1) in Abständen mit einem als Speicher für ein Inertgas wirkenden Gasrohr (4) verbundene und nachfolgend als Sektorventile (6) bezeichnete Öffnungsarmaturen für die Freisetzung des Inertgases über Düsen (7) in einen Tunnelsektor vorgesehen sind, und dass bei Detektion eines Brandes eine automatische oder ferngesteuerte Öffnung mindestens des dem Brandort am nächsten liegenden Sektorventils (6) erfolgt.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sektorventile (6) an der Decke oder an einer Seitenwand des Tunnels (1) montiert sind, und dass das Gasrohr (4) im Tunnel (1) selbst oder in einem Paralleltunnel verlegt ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Inertgas durch Stickstoff oder Argon gebildet und dass die Einrichtung so ausgelegt ist, dass beim Öffnen eines Sektorventils (6) in dessen Bereich eine Löschkonzentration zwischen 10 Vol.-% und 12 Vol.-% Sauerstoff erreicht wird.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Brandmeldeanlage durch ein lineares Wärmemeldesystem (3, 6) gebildet ist, und dass die Sektorventile (6) durch das Wärmemeldesystem (3, 6) automatisch betätigbar sind.
5. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Brandmeldeanlage mit einer Videoüberwachungsanlage gekoppelt ist, und dass die Sektorventile (6) vom Bedienungspersonal der Videoüberwachungsanlage ferngesteuert betätigbar sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 4 oder 5 zur Verwendung in einem eine Ventilationseinrichtung (10) aufweisenden Tunnel (1), dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar vor dem Öffnen eines Sektorventils (6) eine Abschaltung der Ventilationseinrichtung (10) am Brandort und in einer bestimmten Umgebung von diesem erfolgt.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Sektorventil (6) eine Mehrzahl von Düsen (7) zugeordnet ist, und dass jedes Sektorventil (6) zusammen mit den zugeordneten Düsen (7) einen Tunnelsektor oder Löschsektor definiert, dessen Länge etwa 100 bis 200 Meter beträgt.
8. Einrichtung nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschaltung der Ventilationseinrichtung (10) im Brandfall über eine Strecke von etwa dem Dreifachen der Länge eines Löschsektors erfolgt, und zwar jeweils vor und nach dem Brandort.
9. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine bestimmte Zeitspanne nach dem Öffnen eines Sektorventils (6) ein Wiedereinschalten der Ventilationseinrichtung (10) erfolgt, und dass die genannte Zeitspanne vorzugsweise etwa 5 Minuten beträgt.
10. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensor für die Überwachung der Sauerstoffkonzentration im betreffenden Tunnelsektor oder ein Zeitglied vorgesehen ist, durch welchen beziehungsweise welches eine Schliessung des offenen Sektorventils (6) erfolgt, sobald die Sauerstoffkonzentration einen Wert von 11 Vol.-% unterschreitet beziehungsweise unterschreiten würde.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck im Gasrohr (4) 50 bis 150 bar, vorzugsweise etwa 70 bar, beträgt.
12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser des Gasrohres 0.5 bis 1.2 Meter, vorzugsweise etwa 0.7 Meter, beträgt.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 12 3398

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	WO 99 13949 A (SUNDHOLM GOERAN) 25. März 1999 (1999-03-25) * Seite 3, Zeile 21 - Seite 6, Zeile 6; Abbildungen *	1-12	A62C39/00 A62C3/02
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 14, 31. Dezember 1998 (1998-12-31) & JP 10 248951 A (HOCHIKI CORP), 22. September 1998 (1998-09-22) * Zusammenfassung *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 13, 30. November 1998 (1998-11-30) & JP 10 201873 A (HOCHIKI CORP), 4. August 1998 (1998-08-04) * Zusammenfassung *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) A62C E21F
Recherchenort DEN HAAG		Abchlußdatum der Recherche 13. April 2000	Prüfer Triantaphillou, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1600 (03.02.99) (P44C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 12 3398

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-04-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9913949 A	25-03-1999	FI 102728 B	15-02-1999
		AU 9164698 A	05-04-1999
		CN 1239441 T	22-12-1999
		EP 0938353 A	01-09-1999
		NO 992317 A	12-05-1999
JP 10248951 A	22-09-1998	KEINE	
JP 10201873 A	04-08-1998	KEINE	

EPO FORM P461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82